

O erro tem regra: anatomia do erro

Desde os anos 1970, a pesquisa mostra que muitos erros seguem um procedimento estável, que se pode descrever e ensinar a desfazer. Cinco ideias para ler o erro como diagnóstico, e por que o "erro típico" que interessa ao hackeamento da ensinagem é da turma, da escola e do item, e nunca um rótulo do aluno.

1

Os "bugs" procedimentais

Erros sistemáticos de procedimento, descritos um a um, e o conserto improvisado que os produz.

2

Taxonomias de erro

Onde o caminho se desvia: na leitura, na compreensão, na transformação, no processo ou na codificação da resposta.

3

Concepções em escala

Milhares de concepções equivocadas catalogadas e ligadas aos distratores de questões de múltipla escolha.

4

Questões-dobradiça

Uma pergunta feita para que cada resposta errada diga ao professor o que fazer em seguida.

5

O erro na redação

Recorrências por competência, como a concordância em períodos longos ou a proposta de intervenção sem detalhamento.

Errar de novo do mesmo jeito é informação

O erro aleatório é ruído; o erro que se repete tem causa.

ERRO NÃO É DESCUIDO

Quando um aluno erra sempre do mesmo modo, ele não está distraído: está seguindo **uma regra** que funciona para ele e falha na tarefa. Ler essa regra diz mais do que contar acertos, porque aponta o que reensinar. A nota soma os erros; o diagnóstico os separa por causa.

DA TURMA, NÃO DO ALUNO

O erro que interessa ao hackeamento é o que se repete **na turma, na escola e no item**. Um catálogo de erros típicos descreve a disciplina e o ensino, e não as pessoas: ninguém vira "o aluno que inverte sinais". O rótulo fixa; o diagnóstico de hoje muda com a aula de amanhã.

NA FRICÇÃO ÓTIMA

O erro bem lido faz parte da aprendizagem. A *Fricção cognitiva ótima na prática* trata do fracasso produtivo: tentar, errar e entender por quê ensina mais do que receber a resposta. A devolutiva sobre o erro devolve **a pergunta**, e não a solução (material 5, *A devolutiva que ensina*).

No IA para escolas. As respostas idênticas aparecem agrupadas na correção, o que torna visível o erro repetido. Proposta: um novo objeto na *Ontologia operacional educativa*, o "erro típico" da escola, por disciplina, item e habilidade, versionado e reaproveitado na criação de materiais, sem vínculo com o nome de nenhum aluno.

1 Os "bugs" procedimentais

O erro sistemático como programa defeituoso.

O QUE É

Brown e Burton (1978) analisaram erros de subtração e descreveram dezenas de "bugs": procedimentos estáveis e falhos, como subtrair sempre o dígito menor do maior, em qualquer posição. O BUGGY, sistema que construíram, mostrou que **o erro pode ser reproduzido** como um programa.

O REPARO

A teoria do reparo (Brown e VanLehn, 1980) explica de onde vêm os bugs: diante de um passo que não sabe executar, o aluno não para; **improvisa um conserto** local que o tira do impasse. O erro é uma solução engenhosa para uma lacuna do procedimento aprendido.

O QUE SE TIRA DISSO

Se o erro tem regra, a devolutiva pode nomear a regra e propor um caso em que ela falha à vista do aluno. E se muitos alunos fazem o mesmo conserto, a lacuna provavelmente está **no ensino** do passo, tema do material 8, *Hackear o ensino*.

No IA para escolas. Ao agrupar respostas idênticas, a correção assistida mostra quantos alunos chegaram ao mesmo resultado errado. É o ponto de partida para perguntar que regra o produz. A validação continua resultado a resultado, com registro, nunca em bloco.

2 Taxonomias de erro

Saber em que ponto o caminho se desviou.

NEWMAN

Newman (1977) propôs uma hierarquia para problemas escritos de matemática: **leitura**, compreensão, transformação em operação, processo e codificação da resposta. Um erro de leitura e um erro de cálculo dão o mesmo zero, mas pedem aulas muito diferentes.

RADATZ

Radatz (1979) classificou as origens do erro em matemática: dificuldades de linguagem, de representação espacial, pré-requisitos não dominados, associações rígidas e regras aplicadas fora de lugar. Uma taxonomia dá à equipe **um vocabulário comum** para descrever o que viu.

COMO SE USA

A taxonomia não classifica alunos; classifica **respostas**. Numa prova, marcar em que etapa cada resposta errada falhou mostra se a turma tropeça na leitura do enunciado ou no procedimento, e o reensino muda conforme o caso.

No IA para escolas. Os critérios da escola podem incluir a etapa do erro, e o painel analítico por correção mostra o desempenho da turma por critério. A leitura é da turma e do item; a devolutiva de cada aluno é lida e liberada pelo professor.

3 Concepções em escala

Distratores que dizem por que o aluno errou.

O QUE É

A Eedi, organização britânica de ensino de matemática, usa perguntas diagnósticas em que **cada distrator** corresponde a uma concepção equivocada conhecida, e relata mais de 8.000 delas catalogadas. Escolher a alternativa B passa a dizer que ideia o aluno tem, e não só que ele errou.

A COMPETIÇÃO

Em 2024, a Eedi, a Universidade Vanderbilt e The Learning Agency Lab lançaram no Kaggle a competição "Eedi: Mining Misconceptions in Mathematics": indicar, para cada distrator, **a concepção equivocada** que ele revela. A pergunta virou problema de pesquisa aberto.

A RESSALVA

O catálogo da Eedi nasceu de outro currículo e de alunos que respondem diretamente num sistema, o que aqui só vale no Ensino Médio. O que se transfere é o método: **desenhar o distrator** a partir do erro que a escola já conhece.

No IA para escolas. Proposta para o supergabarito: anotar, em cada alternativa errada, o erro que ela revela, como sugere o material 4 da série *Learning analytics*, *O que a prova sabe e a nota esconde*. A contagem por alternativa vira diagnóstico da turma.

4 Questões-dobradiça

Uma pergunta que decide a próxima aula.

O QUE É

William (2011) chama de questão-dobradiça a pergunta feita no ponto em que a aula pode seguir ou voltar. Respondida por todos ao mesmo tempo, ela mostra em pouco tempo **se a turma está pronta** para avançar e o que precisa ser retomado.

COMO SE FAZ

Cada alternativa errada é plausível e corresponde a um erro conhecido; nenhuma se descarta por absurda. Assim, **a resposta errada diz o que fazer**: quem marcou C confundiu área e perímetro; quem marcou D esqueceu a unidade. Um bom distrator é um erro típico escrito por extenso.

NA FRICÇÃO ÓTIMA

A questão-dobradiça pede que o aluno se comprometa com uma resposta antes da explicação: é o "testar-se" retomado na *Fricção cognitiva ótima na prática*. Errar antes de saber, com **retorno rápido**, ajuda a aprender.

No IA para escolas. Os materiais didáticos com identidade visual podem incluir questões-dobradiça a pedido do professor, com distratores escritos a partir dos erros já observados nas correções da escola. Todo material gerado com IA é identificado como tal.

O erro na redação

Recorrências por competência.

O QUE É

Na redação do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), cinco competências organizam a leitura, e o erro também se repete por competência: na C1, a **concordância** que se perde em períodos longos; na C5, a proposta de intervenção sem agente, meio ou detalhamento.

COMO SE FAZ

A leitura por critérios aponta evidências por competência em cada redação. Somadas na turma, as evidências mostram **o erro recorrente**: não "a 2B escreve mal", e sim "a 2B não detalha a proposta". É uma frase que vira aula.

O LIMITE

Na redação, a regra do erro é menos nítida que na conta: o mesmo desvio pode ser escolha de estilo. Por isso a IA aponta evidências, mas **o professor lê cada redação por inteiro** e decide o que é erro, o que é escolha e o que merece devolutiva.

No IA para escolas. A IA não corrige nem atribui nota às redações: transcreve, organiza por critério, aponta evidências e prepara um rascunho de devolutiva. O chat de dados responde a perguntas como "Em quais critérios a 3D evoluiu nas últimas 5 redações?".

Como montar o catálogo de erros da escola

- ✓ Partir das respostas agrupadas das últimas provas: que resultado errado mais se repete?
- ✓ Ligar cada erro à habilidade da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e aos itens em que aparece.
- ✓ Transformar os erros mais frequentes em distratores e em questões-dobradiça.
- ✓ Escrever cada erro típico como regra ("subtrai o menor do maior"), e não como defeito de quem erra.
- ✓ Registrar a etapa em que o caminho se desvia: leitura, compreensão, transformação, processo ou codificação.
- ✓ Revisar e versionar o catálogo a cada bimestre, sem nunca associar um erro ao nome de um aluno.

Créditos e referências

Terceiro material da série *Hackeamento da ensinagem*. Depois do conceito (material 1) e do sensor (material 2), trata do diagnóstico: o erro como regra. Dialoga com a análise de itens da série *Learning analytics* (material 4), com os objetos do domínio da *Ontologia operacional educativa (Fundamento 3)* e com o fracasso produtivo da *Fricção cognitiva ótima na prática*. O material 4, *Cada aluno, sem perfil*, mostra por que o erro típico é da turma e do item; o material 5 transforma o diagnóstico em devolutiva.

BROWN, J. S.; BURTON, R. R. Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive Science*, v. 2, n. 2, p. 155–192, 1978.

BROWN, J. S.; VANLEHN, K. Repair theory: a generative theory of bugs in procedural skills. *Cognitive Science*, v. 4, n. 4, p. 379–426, 1980.

NEWMAN, M. A. An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, n. 39, p. 31–43, 1977.

RADATZ, H. Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 10, n. 3, p. 163–172, 1979.

WILIAM, D. *Embedded formative assessment*. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.

EEDI; VANDERBILT UNIVERSITY; THE LEARNING AGENCY LAB. Eedi: mining misconceptions in mathematics. Kaggle, 2024. Disponível em:
<https://www.kaggle.com/competitions/eedi-mining-misconceptions-in-mathematics>.

Oldimar Cardoso • iaparaescolas.com.br • 2026